

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-199321

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H01F 7/14			H01F 7/14	A
H01H 51/06			H01H 51/06	R

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全8頁)

(21) 出願番号 特願平8-322726

(22) 出願日 平成8年(1996)12月3日

(31) 優先権主張番号 568841

(32) 優先日 1995年12月7日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390033020

イートン コーポレーション

EATON CORPORATION

アメリカ合衆国, オハイオ 44114, クリーブランド, イートン センター (番地表示なし)

(72) 発明者 ラム サラン アローラ

アメリカ合衆国 48335 ミシガン州 ファーミントン ヒルズ フォックスクリーク 28842

(74) 代理人 弁理士 若林 忠

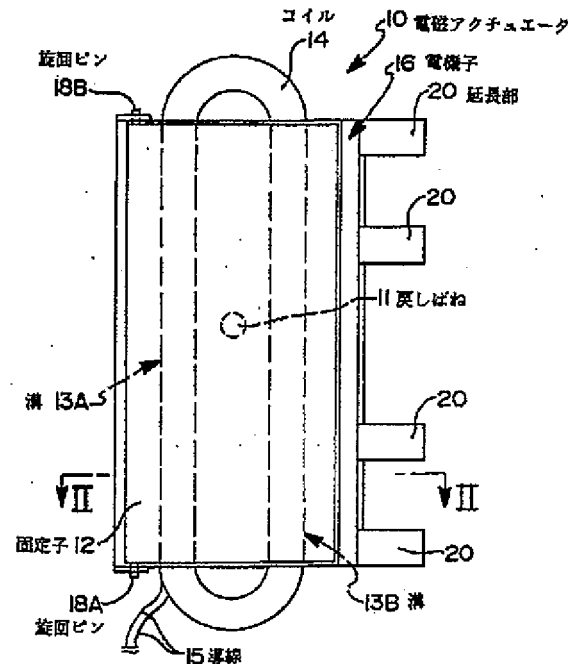
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 本発明は高い引込力を生成するために細長い固定子を有し、かつ製作上有利な電磁アクチュエータを提供する。

【解決手段】 本発明はコイル(14)と固定子(12)と電機子(16)とを有する電磁アクチュエータ(10)であって、2本の平行な溝(13A、13B)がコイル(14)を受け入れるために固定子(12)に形成されており、そしてコイル(14)へ電流が通電されたときに固定子(12)に向かって動くように電機子(16)が固定子(12)にヒンジ留めされている。固定子(12)はその長さ(L)がその幅(W)の少なくとも1.6倍でありそしてその幅(W)はその高さ(H)の少なくとも2.0倍である長さ(L)と幅(W)とそして高さ(H)とを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 平行な2つの溝(13A、13B)がその中に形成されている固定子(12)であって、該固定子はその長さ(L)がその幅(W)の少なくとも1.6倍であり、その幅(W)がその高さ(H)の少なくとも2.0倍である、長さ(L)と幅(W)と高さ(H)とを有し、前記溝(13A、13B)は前記長さ(L)と同軸である固定子(12)と、

電流を通したときに、前記固定子(12)に磁界を誘導するために、前記溝(13A、13B)に嵌め込まれるようになっているコイル(14)と、

前記電流を通したときには前記固定子(12)に接触し、そして前記電流が断たれたときには前記固定子(12)から旋回して離れるように、前記固定子(12)にヒンジ留めされている電機子(16)とを含む電磁アクチュエータ(10)。

【請求項2】 前記電機子(16)が、第1の端末と第2の端末において前記固定子(12)にヒンジ留めされている、請求項1記載の電磁アクチュエータ(10)。

【請求項3】 更に1対のヒンジピン(18A、18B)を含み、第1のヒンジピン(18A)は前記固定子(12)の前記第1の端末に配置され、そして第2のヒンジピン(18B)は前記固定子(12)の前記第2の端末に配置され、前記ヒンジピン(18A、18B)はそれぞれ前記電機子(16)を回動可能に支持している、請求項2記載の電磁アクチュエータ(10)。

【請求項4】 半円形の溝(23)が前記固定子(12)に形成されており、前記電機子(16)に形成されている突出部(21)を回動可能に受けるようになっている、請求項2記載の電磁アクチュエータ(10)。

【請求項5】 前記電機子(16)は、その長さ(L)が少なくともその幅(W)の1.6倍である、長さ(L)と幅(W)とを有している、請求項1記載の電磁アクチュエータ(10)。

【請求項6】 前記電機子(16)は前記固定子(12)を越えて延び、内燃機関における掛外し可能のロッカーアーム組立体(14)に接触しそして作動させるための電機子延長部(20)を形成する、請求項1記載の電磁アクチュエータ(10)。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電磁アクチュエータに関し、そして特に高い引込み力を生成するために細長い固定子を有する電磁アクチュエータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】運動を与える何らかの方法の中で、磁気的に作動するヒンジ留めの電機子を引きつけるために、鉄心または固定子によって局所化された電磁力を生成するため、ワイヤのコイルに通電させて用いることは公知

のことである。従来より、このコイルは円筒形をなしており、そして固定子の一方の脚の上に取り付けられる。この特定の構造は多くの応用例において満足すべきものであることが判明している。しかし、アクチュエータが様々な作業を実施できるように可動電機子における引込み力を増大させるには、様々な形状のコイルと固定子とを使用することが望ましいであろう。従来技術では、接続又は遮断に比較的に小さな力しか必要としない1つ以上の電気接点に電機子が接続されている、磁気組立体と電機子とでリレーが形成されていた。しかし、円筒形のリレー以外の他の応用に使用するには、必要な動作を行なうために、さらに高水準の力および/または長い動きが要求される。

【0003】当明細書に特に参考のために挿入されている、米国特許第4,099,151号に記載されている電磁アクチュエータは、固定子の一方の側を囲む単一の電線コイルによって電機子が固定子に向かって引きつけられるようになっている、静止固定子構造と可動電機子構造とを開示している。このコイルは、支持構造の上に電機子のヒンジ点を有する円筒形状になっている。同様な方法で、米国特許第4,447,794号には、第1の脚と第2の脚を結んで一つの電磁誘導回路を形成するように、コイルが第1の脚の周りに巻かれている電磁アクチュエータの固定子の第2の脚の上で、電機子が回動するようにヒンジ留めされている固定子構造が開示されている。この米国特許第4,447,794号は参考のために当明細書に挿入されている。コイルと固定子のこうした特定の構造は、アクチュエータに大きな力と長い動きを必要とするある種の応用には適していない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の電磁アクチュエータのうち、円筒形の形状をなすものは、可動電機子の大きな引込み力および/または長い動きの要求に対して対応できない欠点があり、また上述の二つの米国特許に開示されている電磁アクチュエータであっても、アクチュエータに大きな力と長い動きを必要とするある種の用途に対して適していないという欠点がある。

【0005】本発明の目的は、高水準の力とより長い行程を有する電磁アクチュエータを提供することである。

【0006】本発明のもう1つの側面は、その長さが少なくともその幅の寸法の1.6倍である固定子要素を利用する、高水準の力とより長い行程とを有する電磁アクチュエータを提供することである。

【0007】本発明の更にもう1つの側面は、その幅が少なくともその高さの2倍である高水準の力とより長い行程を有する電磁アクチュエータを提供することである。

【0008】本発明のまたもう1つの側面は、その固定子内に電磁コイルを保持するために形成されている2本の平行な通路を有する、高水準の力とより長い行程を有

する電磁アクチュエータを提供することである。

【0009】本発明の更にまたもう1つの側面は、電機子の運動が固定子に向かうこともこれから離れることもできる構造を有する、固定子にヒンジ留めされている電機子を用いる、高水準の力とより長い行程を有する電磁アクチュエータを提供することである。

【0010】そしてまた、本発明のもう1つの側面は、内燃機関に使用される掛外し可能のロッカーアームの起動のための、高水準の力とより長い行程を有する電磁アクチュエータを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による電磁アクチュエータにおいては、固定子はコイルの取付けのためにその長手方向にそって1対の平行な溝を有し、固定子の長さはその幅の少なくとも1.6倍であり、そしてその幅はその高さの少なくとも2倍である（すなわち、小さい縦横比）。電機子は固定子の一方の側において両端で枢支されており、そして固定子の面を横切って延びて、コイルの両脚にわたって動作空隙ギャップを形成し、さらに電機子のヒンジ支持のために用いられる側と反対の側の第1と第2の極の双方を横切って延びている。この固定子の特殊な構造によって、従来の装置に比較して、選択された特定の応用に対してパッケージング上の利点があり、また更に重要なことは、コイルへのある一定水準の入力電流に対してより高い水準の作動力が得られ、そして起動時間も減少させることができることである。エンジンのロッカーアームを作動させたり非作動化させたりして、これによってエンジンの弁を作動させたり非作動化させたりするには、こうした装置全てにおいて比較的、高水準の力と行程とを必要とする、代理人の文書番号94-RECD-024、94-RECD-0381および94-RECD-450の特許出願に開示されているような、掛外し可能のロッカーアームの作動に使用するのに、この種のアクチュエータは特に適している。

【0012】

【発明の実施の形態】以下の説明において幾つかの用語が説明のためにのみ便宜上用いられているが、それに限定されるものではない。「上方に」、「下方に」、「右に」および「左に」という言葉は、説明されている図面における方向を指す。上記の用語には、特に上に挙げられている言葉と、その派生語および同様な意味を持つ言葉も含まれる。

【0013】まず図1には、本発明の電磁アクチュエータ10の立面図が示されている。固定子12は鉄のような磁性体から作られており、この磁性体は導線15を通じてコイル14に流される電流により形成される電磁界の力を伝導しかつ集中させる役割を果たし、コイル14は多数回の絶縁電線の巻回によって作られ、そして固定子12内に形成されている2本の平行な溝13Aと13

Bの中にエポキシ系接着剤を用いて固定されている。固定子12は、低コストと高い生産性の故に押出し成形のような公知の生産工程を用いて作られる。もし押出し成形が用いられなければ、固定子12の端末は、コイル14の端末を覆うための金属断片を用いて閉じることができ。電機子16は、図2を参照すればより明瞭に判るように、固定子12の電磁氣的に活性な面に近づいたり離れたりするよう旋回できるように、旋回ピン18Aと18Bにより回動可能に固定子12に連結されている。電機子の延長部20は、電機子16の一部として形成され、そして例えばドアロックや掛外し自在なロッカーアームのような、本発明の電磁アクチュエータ10によって動かされる他の装置と接触をとるために用いられる。コイルタイプにすることができる戻しばね11は、電磁アクチュエータ10が電圧を印加されていないとき、電機子16を固定子12から引き離すように伸長して電機子16に接触して固定子12の中に取り付けられている。このばね11はまた、振動がある場合に電機子16がガタガタと音を発しないようにする役割も果たしている。

【0014】図2には、図1の線I-Iにそって切断された電磁アクチュエータ10の横断面図が示されている。この図2では、コイル14を挿入するために備えられている溝13Aと13Bがより明確に示されている。この図面では溝13Aと13Bは直方形の横断面で図示されているが、例えば円形の横断面を有するコイル14を提供するために、どのような形状も選択することができる。延長部20を有する電機子16は、電流がコイル14に流れているときに生成される電磁力に対応して、固定子12に向かって移動しそしてそれに接触するように、旋回ピン18Aと18Bを中心に回転可能に、旋回ピン18Aと18Bのところで固定子12とヒンジ留めされていることが図示されている。このようにして図2に示されているように、電圧が印加されていない状態で、電機子16は、電磁アクチュエータ10によって移動させられる装置に設けられている戻しばね、および／もしくは、電機子16を固定子12から離す作用をする戻しばね11を用いることによって、固定子の極24、26そして28から離れるように動かされる。電流がコイル14に流されると、電磁界が固定子12にそして特に固定子の極24、26および28に発生し、これらの極は磁力によって電機子16を引きつけ、そしてこれを急速に移動させて固定子12に接触させる。この電機子延長部20は、ベルクランクのような運動伝達装置を起動させるために用いることができ、もしくは内燃機関における掛外し可能のロッカーアームのような、他の装置に対して直接的に作用することができる。

【0015】好ましいこの実施例では、電機子延長部20の耐摩耗性を改善するために、そしてより重要なことであるが、電磁アクチュエータ10に電圧が印加されて

いるときに、電機子16と固定子12とが直接に磁性接触しないように電機子16の表面に非磁性体のコーティングを行うために、電機子16は厚さ約0.127mm(0.005インチ)のクロームメッキがほどこされる。電機子16と固定子12間のこうした小さな空隙ギャップによって、コイル14への電流が断たれたときに電磁アクチュエータ10の開口を遅らせる渦電流力の発生が防止される。電機子16と固定子12間のこうした最小の空隙ギャップを作るために、非磁性体シムのような別の従来技術を利用することもできる。

【0016】図3には、本発明の電磁アクチュエータ10の側面を示す立面図が示されている。様々な電磁性体の材料から作ることができる固定子12が、同様に電磁性体の材料から作られる電機子16を、固定子12の両端に一つずつある旋回ピン18Aと18Bによって、回動可能に支持するために用いられる。コイル14は、上述の図1と2に記載されているように、溝13Aと13Bの中に収められて、固定子12の中央に配置されている。電機子の延長部20は、この電機子16の長手方向にそって間隔を置いて配置されており、そしてただ1個のコイル14を用いて内燃機関内の2つの掛外し可能なロッカーアーム(図6参照)を起動させるのに必要な構造をなしている。この種のコイル14と固定子12とそして電機子16の構造は、強い力と速い応答を備えた電磁アクチュエータのためのものであり、このようなアクチュエータは、内燃機関に取り付けられているとき(図6参照)、2つの掛外し可能なロッカーアームを起動させるのに便利なパッケージングを可能にするのに必要な構造を有する。こうした特殊な構造は、入力電流1アンペアごとの引込み力と、小さい保持電流と、エネルギー効率および速い応答とを最適化するために、固定子の極28の方にバイアスしている鉄の回路を有している。また、平行な2重の溝13Aと13Bを備えていて開放端を有する設計が、固定子12の押出し成形を容易にしているので、この特殊な構造は低コストの製造に有利である。

【0017】固定子12の長さLは、図2と3に示されているように、固定子12の幅Wの少なくとも1.6倍である。更に、この固定子12の幅Wはその高さHの少なくとも2倍である。こうした特殊な構造は、コイル14に電流が流されているとき、電機子16を固定子12に向かって引き寄せる極めて大きな引込み力を生じさせる。同様に、電機子16はその長さがその幅の少なくとも1.6倍になるように設計される。

【0018】図4は、電機子のヒンジ17のもう1つの実施例が示されている図2に類似の横断面図である。電機子16'の一部として形成されている突出部21を受けるために、固定子12'の長手方向にそって同軸に、半円形の溝23が固定子12'の第1の端末に作られている。この電機子のヒンジ17は、旋回ピン18Aと1

8Bに代わるものであり、そして電機子16'が固定子12'に接近したり離れたたりして動くときに、電磁アクチュエータ10'の磁気抵抗の全体的水準と変動を減少させることによって、磁気性能を改善する。また、電機子のヒンジ17は、内燃機関に取り付けられたときに経験するような高水準の振動に耐えることができるという点において、より頑丈である。この電機子のヒンジ17の欠点は、固定子12'と電機子16'の長手方向にそってそれぞれが共に延びている溝23と突出部21とを形成するのに必要な機械加工を増やさなければならないために、製造コストが増大することである。

【0019】ここで図5を参照すると、この図には電機子16と固定子12との間の様々な空隙ギャップにおける、コイル14への入力電流に対するアクチュエータの電機子16の引離し力を表すグラフが示されている。試験したアクチュエータは、アメリカンワイヤゲージ23番の電線を190回巻いたコイル14を用いた、長さ95mm、幅50mmそして高さ16mmのものであった。図5には、コイル14に横座標に示されている選択された水準のアンペア数の電流が通電されており、そしてボンド単位の引離し力が縦座標に示されている本発明の電磁アクチュエータ10の性能が示されている。曲線30は、電機子16が固定子12と接触しているときのコイル電流と引離し力との関係を示す。149°C(300°F)における最大のコイル電流は12ボルトにおいて3.37アンペアである。曲線32には、電機子16と固定子12間の電機子空隙ギャップが0.762mm(0.030インチ)である時の様々な電流における、電磁アクチュエータ10の電機子16の引離し力が示されている。曲線34は、電機子16と固定子12間の作動空隙ギャップが2.159mm(0.085インチ)の時の、コイル電流に対する引離し力を示している。

【0020】これらの性能曲線30、32および34によって、ある一定のコイル回路で従来技術のアクチュエータに比較して有意義な程度に、より高い引離し力が生成されている点において、本発明の電磁アクチュエータ10の動作上の利点が明瞭に示されている。

【0021】この電磁アクチュエータの特殊な構造では、幅Wは高さHの約3倍であり、そして長さLは幅の約1.9倍である。長さLが幅Wの1.6倍そして幅Wが高さHの2倍であっても同様な動作上の利点を実現できる。

【0022】ここで図6に言及すると、これには内燃機関の弁列の一部として設置されている本発明の電磁アクチュエータ10を備えたエンジンボベット弁制御システム102の断面が示されている。オーバーヘッドカムタイプの内燃機関のエンジンのシリンダーヘッド100の一部が、カム軸104、液圧式すき間アジャスタ105、エンジンボベット弁106、弁ばね107および弁カバー108と共に示されている。「掛外し可能なロッ

カーアームを用いたエンジン制御システム」と題された、1995年10月6日提出の特許出願USSN: 08/540, 280号を参照して、その開示された内容が参考のためにここに組み入れられている。

【0023】図示されているように、このエンジンボベツト弁制御システム102は、特にエンジンボベツト弁106の作動または非作動を選択するようになっているタイプのシステムであり、そしてこれには、エンジンボベツト弁106を開にするように作用する作動モードと、弁が開かない非作動モードとのいずれかに切り換えることができるロッカーアーム組立体114と、電磁アクチュエータ10の作動と非作動とによって、ロッカーアーム組立体114をその作動モードと非作動モードのいずれかに切り換えるように作動する、アクチュエータ組立体116とが含まれている。

【0024】ロッカーアーム組立体114は、カムベース軸123とエンジンのシリンダーヘッド100とに支持されている弁作動カム軸104に、カムロープ120において係合するようになっている内側のロッカーアーム118と、弁ばね107によって通常は閉じられているエンジンボベツト弁106と係合するようになっている外側のロッカーアーム122と、内側のロッカーアーム118を、ローラ従動輪124を介してカム軸104と係合させるように偏倚させ、そして外側のロッカーアーム122を、すき間アジャスタ105の本体132に乗っているブランジャ130と係合させるように偏倚させるために、内側と外側のロッカーアーム118および122の間で作動する偏倚ばね126とを備えている。すき間アジャスタ105の構造と機能は従来技術において公知であり、ここでは詳細に説明しない。すき間アジャスタ105が常にその正規の動作範囲で作動するように、偏倚ばね126はブランジャ130に十分な力を与えている。

【0025】ラッチ部材128は、外側のロッカーアーム122の上で滑動するように受けられ、かつラッチばね129によって「掛けられた」状態に偏倚しており、電磁アクチュエータ10に電圧が印加されていないときには、内側と外側のロッカーアーム118と122とを連結して、本発明のエンジンボベツト弁制御システムの作動モードを確定するために一緒に回転させるが、電磁アクチュエータ10に電圧が印加されているときは、非作動モードを確定するために、内側と外側のロッカーアーム118と122とが互いに独立して自由に回転するように、この両ロッカーアームの連結を解くように作用する。連結ピン133は、内側と外側のロッカーアーム118および122に形成されている同軸の各孔と、ラッチ部材128に形成されている細長い孔とに差し込まれており、そして外側のロッカーアーム122を枢軸支持し、そこで内側のロッカーアーム118はすき間アジャスタ105上で旋回する。本発明のこの好ましい実施

例では、内側のロッカーアーム118はブランジャ130上で枢動するように取り付けられており、そして外側のロッカーアーム122は、内側のロッカーアーム118により支持されかつすき間アジャスタ105のブランジャ130によっても間接的に支持されている、連結ピン133の上で枢動するように取り付けられている。

【0026】本発明の電圧を印加されていない電磁アクチュエータ組立体10は、ラッチばね129をして、ラッチ部材128を作動モードとして知られている位置に押し進めて、その結果ロッカーアーム組立体114を介してカム軸104によりエンジンボベツト弁106を作動させる。電磁アクチュエータ10に電圧が印加されているときは、電機子の延長部20がラッチシュー131を押圧し、そうすることによって、ラチェット部材128を、内側と外側のロッカーアーム118と122との間の無負荷動作のための位置へ押し進めて、その結果図5に示されている非作動モードのような、カム軸104によるエンジンボベツト弁106の機械的な作動が行われないようにする。

【0027】電機子16は固定子12に接触するために移動し、そして電機子の延長部20は、ラッチシュー131に力を与えるように移動する。ラッチ部材128が無荷重になると、電磁アクチュエータ10はこのラッチ部材128を、ロッカーアーム組立体114の非作動位置に移動させる。電機子の延長部20は、ラッチ部材128の一部として形成されているラッチシュー131においてラッチ部材128に接触し、この時、ラッチシュー131に作用しかつ連結ピン133に作られた孔に一方の端を差し込んでいるラッチばね129によって、接触機構はエンジンボベツト弁106を活動化する（作動モード）位置に偏倚される。

【0028】すき間アジャスタ105をその調整の正規範囲で作動するよう維持するのに充分な、ローラピン125を中心に回転するローラ従動輪124とカム軸104との間の荷重を保つために、偏倚ばね126が予め荷重されている。偏倚ばね126の予荷重の変更は、予荷重アジャスタ147の位置を変えることによって行うことができる。

【0029】図6には、電磁アクチュエータ組立体10が電圧を印加され、そして電機子16が電磁力によって引きつけられて固定子12に接触するように動いている非作動位置にある弁制御システム102が示されている。カムロープ120がベースサークル上でローラ従動輪124に接触している無荷重状態に、ロッカーアーム組立体があれば、ラッチ部材128はラッチばね129に逆らって移動し、その結果、内側のロッカーアーム118は外側のロッカーアーム122との接続を断ち、そのためにエンジンボベツト弁106は閉じたままになる。（すなわち、非作動状態になる）。

【0030】本発明はある程度の特異性を有するその好

ましい形態で説明されたが、この好ましい形態の開示は1つの例証に過ぎず、上に請求されている本発明の範囲とその精神から逸脱しない限り、各部分の構造、組み合わせおよび部品の配置の詳細の変更は様々にあり得ることは、理解されるであろう。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、長さが幅の少なくとも1.6倍で、幅が高さの少なくとも2倍の形状の固定子の、長手方向に設けた一対の平行な溝の中にコイルを収容し、さらに電機子を固定子の両端で回動可能に枢支し、電機子が固定子の面を横切って延び、コイルとの間にギャップを設けたため、パッケージング上の利点があるほか、コイルへの入力電流に対してより高い水準での作動力と長い行程が得られ、かつ起動時間も短縮できるので、エンジンの弁を作動と非作動にさせるのに適した電磁アクチュエータが得られるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による電磁アクチュエータの立面図である。

【図2】図1において線I-Iにそって切断された本発明による電磁アクチュエータの電圧を印加されていない状態における断面図である。

【図3】本発明の電磁アクチュエータの側面を示す立面図である。

【図4】電機子のヒンジの別の実施例を有する本発明の電磁アクチュエータの部分的な断面図を示す。

【図5】本発明の電磁アクチュエータのためのコイル電流に対する引離し力のグラフを示す。

【図6】エンジンの掛外し自在のロッカーアーム組立体に取り付けられている本発明の電磁アクチュエータの横断面図である。

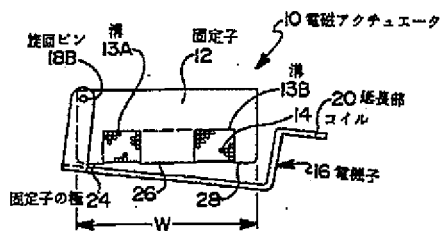
【符号の説明】

10、10' 電磁アクチュエータ

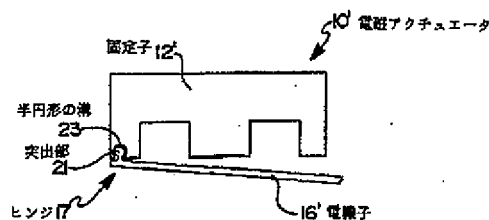
*

- * 11 戻しばね
- 12、12' 固定子
- 13A、13B 溝
- 14 コイル
- 15 導線
- 16、16' 電機子
- 17 ヒンジ
- 18A、18B 旋回ピン/ヒンジピン
- 20 延長部
- 21 突出部
- 23 半円形の溝
- 24、26、28 固定子の極
- 100 シリンダヘッド
- 102 弁制御システム
- 104 カム軸
- 105 液圧式すき間アジャスタ
- 106 ポベット弁
- 107 弁ばね
- 114 ロッカーアーム組立体
- 20 118 内側のロッカーアーム
- 120 カムローブ
- 122 外側のロッカーアーム
- 123 カムベース軸
- 124 ローラ従動輪
- 125 ローラピン
- 126 偏倚ばね
- 128 ラッチ部材
- 129 ラッチばね
- 130 ブランジャ
- 30 131 ラッチシュー
- 132 本体
- 133 連結ピン
- 147 予荷重アジャスタ

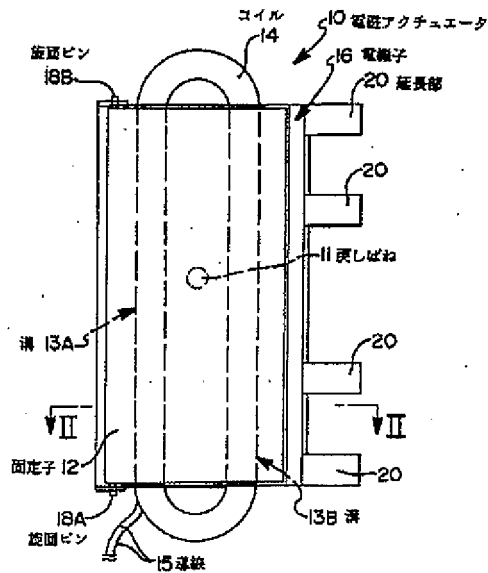
【図2】



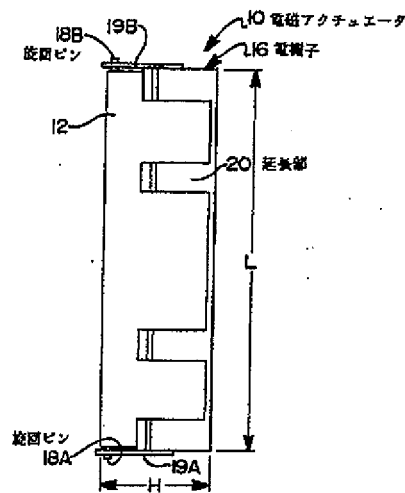
【図4】



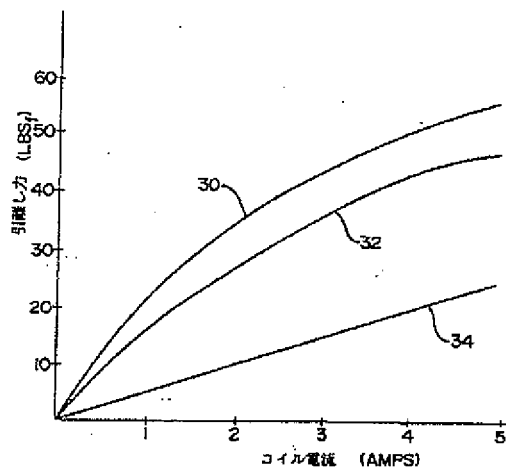
【図1】



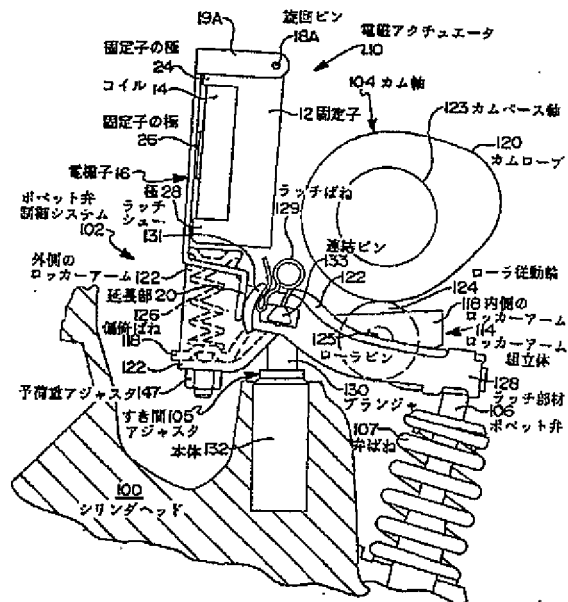
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(71)出願人 390033020
Eaton Center, Cleveland,
and, Ohio 44114, U. S. A.

(72)発明者 ウォルター ケニス オニール
アメリカ合衆国 48025 ミシガン州 バ
ーミングム エバーグリーン ロード
32501

(72)発明者 ブライス アレン ブーク
アメリカ合衆国 49021 ミシガン州 ペ
ルビュー ジャンクション ロード
22684